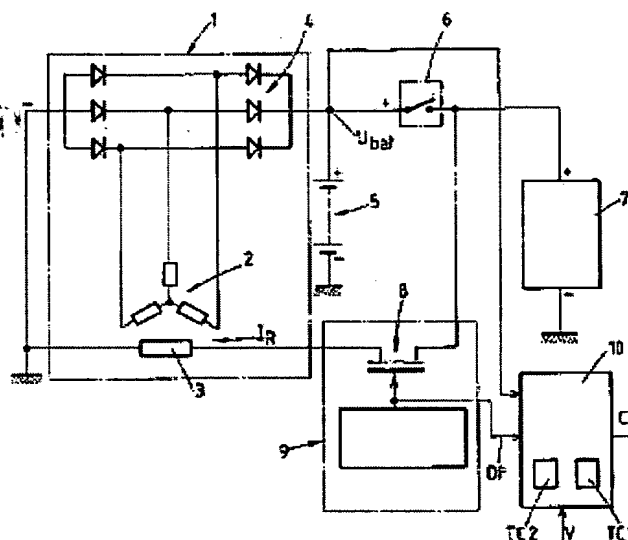


Patent number:	FR2823028
Publication date:	2002-10-04
Inventor:	LANGRY PHILIPPE; BLONDEL OLIVIER
Applicant:	RENAULT (FR)
Classification:	
- international:	H02K9/10
- european:	B60L11/00; H02P9/30; H02P9/48
Application number:	FR20010004172 20010328
Priority number(s):	FR20010004172 20010328

WO02078169 (A1)
EP1374385 (A1)

Abstract of FR2823028

The invention relates to a method consisting in:
a) calculating the current (IR) circulating in the rotor of the alternator (1) taking account of the current rotor temperature; b) recording the rotation speed of the alternator (1); and c) determining the drive torque value using a predetermined relation that is specific to said alternator and linking said drive torque to the values for rotor current (IR) and rotation speed calculated during steps a) and b).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

① **RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
 PARIS

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

01 04172

⑤¹ Int Cl⁷ : H 02 K 9/10

A1

71 Demandeur(s) : *RENAULT Société par actions simplifiée — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : LANGRY PHILIPPE et BLONDEL OLIVIER.

⑦3 Titulaire(s) :

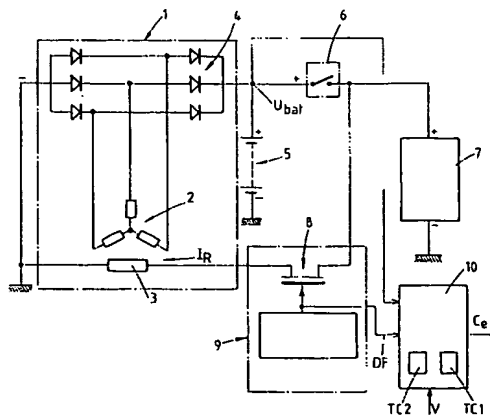
⑦④ Mandataire(s) : CABINET JP COLAS.

(54) PROCÉDE DE DETERMINATION DU COUPLE D'ENTRAINEMENT D'UN ALTERNATEUR.

⑤⑦ Ce procédé consiste:

- a) à calculer le courant (I_R) circulant dans le rotor de l'alternateur (1) en prenant en compte la température actuelle rotorique;

- b) à relever la vitesse de rotation de l'alternateur (1); et
- c) à déterminer la valeur du couple d'entraînement à partir d'une relation prédéterminée propre à cet alternateur et reliant ce couple d'entraînement aux valeurs calculées du courant rotorique (I_R) et de la vitesse de rotation établies au cours des étapes a) et b).



1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100
 101
 102
 103
 104
 105
 106
 107
 108
 109
 110
 111
 112
 113
 114
 115
 116
 117
 118
 119
 120
 121
 122
 123
 124
 125
 126
 127
 128
 129
 130
 131
 132
 133
 134
 135
 136
 137
 138
 139
 140
 141
 142
 143
 144
 145
 146
 147
 148
 149
 150
 151
 152
 153
 154
 155
 156
 157
 158
 159
 160
 161
 162
 163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200
 201
 202
 203
 204
 205
 206
 207
 208
 209
 210
 211
 212
 213
 214
 215
 216
 217
 218
 219
 220
 221
 222
 223
 224
 225
 226
 227
 228
 229
 230
 231
 232
 233
 234
 235
 236
 237
 238
 239
 240
 241
 242
 243
 244
 245
 246
 247
 248
 249
 250
 251
 252
 253
 254
 255
 256
 257
 258
 259
 260
 261
 262
 263
 264
 265
 266
 267
 268
 269
 270
 271
 272
 273
 274
 275
 276
 277
 278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287
 288
 289
 290
 291
 292
 293
 294
 295
 296
 297
 298
 299
 300
 301
 302
 303
 304
 305
 306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326
 327
 328
 329
 330
 331
 332
 333
 334
 335
 336
 337
 338
 339
 340
 341
 342
 343
 344
 345
 346
 347
 348
 349
 350
 351
 352
 353
 354
 355
 356
 357
 358
 359
 360
 361
 362
 363
 364
 365
 366
 367
 368
 369
 370
 371
 372
 373
 374
 375
 376
 377
 378
 379
 380
 381
 382
 383
 384
 385
 386
 387
 388
 389
 390
 391
 392
 393
 394
 395
 396
 397
 398
 399
 400
 401
 402
 403
 404
 405
 406
 407
 408
 409
 410
 411
 412
 413
 414
 415
 416
 417
 418
 419
 420
 421
 422
 423
 424
 425
 426
 427
 428
 429
 430
 431
 432
 433
 434
 435
 436
 437
 438
 439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452
 453
 454
 455
 456
 457
 458
 459
 460
 461
 462
 463
 464
 465
 466
 467
 468
 469
 470
 471
 472
 473
 474
 475
 476
 477
 478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486
 487
 488
 489
 490
 491
 492
 493
 494
 495
 496
 497
 498
 499
 500
 501
 502
 503
 504
 505
 506
 507
 508
 509
 510
 511
 512
 513
 514
 515
 516
 517
 518
 519
 520
 521
 522
 523
 524
 525

La présente invention est relative à un procédé pour déterminer le couple d'entraînement d'un alternateur, en particulier celui qui dans un véhicule automobile assure la production d'énergie électrique pour son réseau de bord.

5 Il y a actuellement une forte tendance à augmenter la puissance électrique installée à bord des véhicules automobiles, notamment celle de charges diverses nécessaires au chauffage qui est de plus en plus assuré au moyen de résistances à coefficient de température positif
10 (résistances CTP). La mise en circuit et la coupure de ces charges importantes sur le réseau de bord font varier considérablement le couple d'entraînement demandé par l'alternateur, ce qui se ressent au niveau du moteur à combustion interne entraînant le véhicule et auquel
15 l'alternateur est également couplé mécaniquement.

Par ailleurs, le calculateur de commande d'un tel moteur d'entraînement à combustion interne a de plus en plus besoin de connaître les valeurs des couples d'entraînement réclamés par les accessoires entourant le moteur et parmi
20 ces accessoires on trouve l'alternateur.

Le besoin se fait donc sentir dans ce contexte de pouvoir déterminer avec une précision satisfaisante et à tout instant la valeur du couple d'entraînement d'un tel alternateur.

25 Par US 5 952 586, on connaît un procédé de détermination du couple d'entraînement demandé par un alternateur par lequel la valeur de ce couple est déduite d'une relation entre les vitesses d'une poulie de sortie du moteur à combustion interne et d'une poulie d'entraînement
30 montée sur l'arbre de l'alternateur, les deux poulies étant couplées mécaniquement par une courroie. La vitesse de la poulie de l'alternateur est déduite du courant fourni par l'alternateur. Ce procédé présente l'inconvénient de donner un résultat imprécis, notamment en raison du fait que dans
35 le calcul du couple demandé par l'alternateur, il faut faire

intervenir les propriétés élastiques de la courroie couplant les deux poulies l'une à l'autre.

L'invention a pour but de proposer un procédé de détermination du couple demandé par un alternateur qui ne
5 présente pas ces inconvénients de la technique antérieure.

L'invention a donc pour objet un procédé pour déterminer le couple d'entraînement d'un alternateur comprenant un enroulement rotorique caractérisé en ce qu'il consiste:

- 10 - a) à calculer le courant circulant dans le rotor de l'alternateur en prenant en compte la température actuelle rotorique;
- b) à relever la vitesse de rotation de l'alternateur; et
- 15 - c) à déterminer la valeur dudit couple d'entraînement à partir d'une relation prédéterminée propre à cet alternateur et reliant ce couple d'entraînement aux valeurs calculées du courant rotorique et de la vitesse de rotation, établies au cours des étapes a) et b).

20 Grâce à ces caractéristiques, il devient possible, moyennant un minimum de moyens matériels et logiciels de déterminer le couple d'entraînement de l'alternateur en tenant compte de la température actuelle de fonctionnement rotorique et en s'affranchissant de toute implication de
25 paramètres relatifs aux éléments mécaniques d'entraînement de l'alternateur dans la détermination du couple d'entraînement.

Le procédé suivant l'invention peut également présenter les particularités avantageuses suivantes:

- 30 - il consiste à extraire la valeur dudit couple d'entraînement d'une première table caractéristique relevée sur banc d'essai et dans laquelle les valeurs de courant et de vitesse répondant à ladite relation prédéterminée ont préalablement été mémorisées;

- il consiste à déterminer ledit courant rotorique par calcul du quotient de la tension actuelle délivrée à l'enroulement rotorique, par la résistance rotorique corrigée en fonction de la température actuelle rotorique.

5 - la détermination du courant rotorique n'est effectuée que si la valeur de la tension actuelle délivrée par l'alternateur dépasse une valeur minimale prédéterminée;

 - dans le cas où ledit alternateur comporte un régulateur de courant rotorique comprenant un composant
10 semi-conducteur commandé dont le signal de commande est impulsif pour déterminer la valeur du courant rotorique en fonction du rapport cyclique de ce signal de commande, le procédé consiste à calculer le produit dudit rapport cyclique par la tension actuelle délivrée par l'alternateur
15 afin de déterminer ladite tension délivrée à l'enroulement rotorique;

 - il consiste à soumettre la valeur dudit rapport cyclique à une opération de filtrage passe-bas de premier ordre dont la fréquence de coupure est déterminée par le
20 quotient de la résistance rotorique établie à une première température prédéterminée, par la valeur de l'inductance rotorique, ladite résistance rotorique à une première température prédéterminée étant corrigée en température en fonction de ladite température rotorique actuelle;

25 - ladite fréquence de coupure est établie selon la relation:

$$F_c = \frac{R_{Tx} \cdot [1 + 0,0039 \cdot (T_R - T_x)]}{2 \cdot \pi \cdot L}$$

30

dans laquelle:

F_c	=	Fréquence de coupure
T_x	=	Ladite première température prédéterminée
R_{Tx}	=	Résistance de l'enroulement rotorique à la température T_x
0,0039	=	Coefficient de température de la résistivité du cuivre
T_R	=	Température actuelle de l'enroulement rotorique
L	=	Inductance rotorique

- il consiste à calculer ledit courant rotorique à l'aide d'une relation de la forme:

$$5 \quad I_R = \frac{U_{alt} \cdot RCO_DF_filtré}{R_{Tx} \cdot [1 + 0,0039 \cdot (T_R - T_x)]}$$

dans laquelle:

I_R	=	Courant rotorique
U_{alt}	=	Tension actuelle délivrée par l'alternateur
$RCO_DF_filtré$	=	Rapport cyclique filtré
T_x	=	Première température prédéterminée
R_{Tx}	=	Résistance rotorique à la température T_x
0,0039	=	Coefficient de température de la résistivité du cuivre
T_R	=	Température actuelle de l'enroulement rotorique

- dans le cas où la tension appliquée à l'enroulement rotorique de l'alternateur est compensée en température avec une constante de compensation prédéterminée, il consiste à déterminer la température actuelle rotorique selon la relation:

$$10 \quad T_R = \alpha \cdot \frac{(U_{alt-Ty} - U_{alt})}{K_c} + T_y$$

dans laquelle:

T_R	=	Température actuelle rotorique
T_y	=	Seconde température prédéterminée de l'alternateur
U_{alt_Ty}	=	Tension délivrée par l'alternateur à la température T_y
U_{alt}	=	Tension actuelle délivrée par l'alternateur
K_c	=	Constante de compensation de température de la tension de régulation
α	=	Coefficient de corrélation entre la température rotorique T_r et la température dudit régulateur

- le procédé consiste à limiter le taux de variation de la température rotorique à une valeur majorante prédéterminée;

5 - le calcul du courant rotorique n'est effectué que si la température actuelle rotorique dépasse un taux de variation prédéterminée;

10 - il consiste à extraire la valeur de la température actuelle rotorique d'une seconde table caractéristique préalablement relevée sur banc d'essai et dans laquelle sont mémorisées les valeurs de ladite température actuelle rotorique en fonction de la tension délivrée par l'alternateur.

15 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels:

20 - la figure 1 est un diagramme montrant l'évolution du couple d'entraînement C_e d'un alternateur en fonction du courant rotorique I_R pour deux vitesses de rotation V_1 et V_2 de cet alternateur;

- la figure 2 est un schéma simplifié montrant à titre d'exemple d'application de l'invention, une installation électrique d'un véhicule automobile alimentée par un alternateur dont le couple d'entraînement est
5 déterminé selon le procédé de l'invention;

- la figure 3 est un diagramme montrant un exemple de signal de commande d'un composant semi-conducteur inséré dans le circuit d'excitation d'un alternateur pour en commander le courant rotorique I_R ; et

10 - la figure 4 est un ordinogramme illustrant les opérations exécutées au cours de la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

L'invention est basée sur la constatation que le couple nécessaire pour l'entraînement d'un alternateur peut être
15 évalué avec une très bonne approximation à partir de sa vitesse de rotation et du courant qui circule dans son rotor, à condition de dûment tenir compte des phénomènes de saturation magnétique et de la température rotorique.

La figure 1 illustre cette constatation qui a été
20 confirmée par de nombreuses mesures faites par la Demanderesse sur des alternateurs disponibles dans le commerce pour les applications dans le domaine des véhicules automobiles. On voit que la relation entre le couple d'entraînement C_e et le courant I_R circulant dans le rotor
25 suit au moins approximativement une loi linéaire pour les différentes vitesses de rotation, par exemple les vitesses V_1 et V_2 , et que chaque courbe correspondante comporte un domaine linéaire l et un domaine de saturation s.

Selon l'invention, le faisceau de courbes du couple
30 d'entraînement en fonction du courant rotorique correspondant à l'alternateur considéré est relevé au préalable pour un alternateur ou un type d'alternateur considéré et les valeurs correspondantes sont mémorisées dans une première table de caractéristiques TC1 (voir les
35 figures 2 et 4).

Pour extraire les valeurs de couple de la table caractéristique TC1, il est nécessaire de connaître la vitesse de rotation V de l'alternateur et le courant I_R qui circule dans son rotor, la valeur du couple étant calculée à des intervalles réguliers pour être rafraîchie périodiquement avec une période prédéterminée qui peut être de 10 ms par exemple. Une telle périodicité est suffisante dans l'environnement d'un moteur à combustion interne d'un véhicule automobile.

La vitesse de rotation V de l'alternateur peut être mesurée aisément par exemple par un capteur approprié spécialement prévu sur l'alternateur. Cependant, dans le cas de l'application dans un véhicule automobile, la valeur de la vitesse de rotation de l'alternateur est directement disponible à partir du calculateur de commande du moteur qui peut la déduire de la vitesse de rotation du moteur, celle-ci ayant un rapport constant avec cette vitesse de l'alternateur.

On va maintenant décrire un mode de mise en œuvre préféré d'obtention de l'autre valeur déterminant le couple de l'alternateur à savoir la valeur du courant rotorique I_R .

Afin de faciliter la compréhension de l'exposé, on se référera d'abord à la figure 2 qui représente un schéma très simplifié d'une installation électrique équipée d'un alternateur 1 auquel est appliqué le procédé de détermination de couple d'entraînement selon l'invention. Cet exemple concerne à titre non limitatif l'installation électrique d'un véhicule automobile.

L'alternateur 1 comprend un bobinage statorique 2, de type triphasé par exemple, et un enroulement d'excitation rotorique 3. Le bobinage statorique 2 est connecté à un pont redresseur 4 qui fournit une tension continue à une batterie 5 et, par l'intermédiaire d'une clé de contact 6, à un réseau de bord 7 du véhicule automobile. L'alimentation de l'enroulement rotorique 3 est prélevée sur le pôle + de la

batterie 6 et envoyée dans l'enroulement 3 par l'intermédiaire d'un composant semi-conducteur commandé 8. Ce dernier fait partie d'un régulateur 9. L'ensemble qui vient d'être décrit est classique dans la technique automobile.

Cet ensemble comprend également un dispositif de calcul 10 chargé de mettre en œuvre le procédé selon l'invention. Ce dispositif de calcul 10 peut être intégré dans le calculateur de bord (non représenté) du véhicule chargé notamment d'assurer la commande de son moteur à combustion interne. Il comporte notamment la table caractéristique TC1 dont il a déjà été question ci-dessus.

Le dispositif de calcul 10 reçoit plusieurs signaux d'entrée.

Tout d'abord, le régulateur 9 de l'enroulement d'excitation 3 lui fournit un signal DF de commande du composant semi-conducteur commandé 8. Ce signal est représenté sous forme complémentée sur la figure 3. On voit qu'il s'agit d'un signal impulsionnel sur le rapport cyclique T_{on}/T duquel peut agir le régulateur 9, T étant la durée de la période du signal DF et T_{on} la durée de l'intervalle pendant lequel le signal est actif pour rendre le composant 8 conducteur. Le dispositif de calcul 10 élabore à partir de ce signal DF un signal RCO_DF représentatif de la tension moyenne instantanée appliquée à l'enroulement 2 selon la relation:

$$RCO_DF = \frac{T_{on}}{T} \cdot 100 \quad (1)$$

Le dispositif de calcul 10 reçoit également la tension U_{bat} régnant aux bornes de la batterie 5, ainsi qu'une valeur de vitesse de rotation V comme déjà décrit ci-dessus.

La figure 4 illustre le déroulement du procédé de détermination selon l'invention.

Le bloc fonctionnel B1 symbolise l'opération de calcul du signal RCO_DF à partir du signal DF selon la relation (1) donnée ci-dessus.

Le bloc fonctionnel B2 symbolise une opération de
 5 filtrage du premier ordre fait sur le signal RCO_DF. Cette opération est souhaitable pour tenir compte de la plage de variation de la résistance et de l'inductance de l'enroulement 2 en fonction de la température. De
 10 préférence, le filtrage exécuté au cours de l'opération B2 est du type passe-bas et présente une fréquence de coupure de la forme:

$$F_c = \frac{R_{Tx} \cdot [1 + 0,0039 \cdot (T_R - T_x)]}{2 \cdot \pi \cdot L} \quad (2)$$

dans laquelle:

F_c	=	Fréquence de coupure
T_x	=	Première température prédéterminée (elle est de 20°C par exemple)
R_{Tx}	=	Résistance de l'enroulement rotorique à la température T_x
0,0039	=	Coefficient de température de la résistivité du cuivre
T_R	=	Température de l'enroulement rotorique
L	=	Inductance rotorique relevé sur banc d'essai pour chaque type d'alternateur, une seule valeur pouvant suffire pour l'ensemble de la plage de fonctionnement de l'alternateur.

15

On voit que la mise en œuvre du calcul de la fréquence de coupure F_c de l'opération de filtrage nécessite la connaissance de la température rotorique T_R se présentant au cours du fonctionnement de l'alternateur. Cette température
 20 rotorique T_R n'est pas directement disponible.

Il convient de savoir par ailleurs, que les alternateurs utilisés dans les véhicules automobiles peuvent être refroidis soit par de l'air seulement, soit à la fois par de l'eau et de l'air.

5 Dans le premier cas, la température rotorique T_R est influencée essentiellement:

- par les pertes rotoriques qui dépendent elles-mêmes du courant I_R , ce dernier variant à son tour en fonction du courant statorique I_S ;
- 10 - par la température de l'air de refroidissement;
- par le débit de cet air de refroidissement qui dépend de la vitesse de rotation V de l'alternateur.

Dans le second cas, s'ajoute à ces paramètres agissant sur la température rotorique également la température de l'eau de refroidissement qui dans le cas d'un véhicule automobile est généralement celle circulant dans le moteur à combustion interne pour le refroidir.

La prise en compte de tous ces paramètres présente des difficultés considérables et rend complexe la détermination de la température rotorique. L'invention propose de contourner ces difficultés de la façon suivante.

L'alternateur 1 étant équipé du régulateur 9, celui-ci doit être compensé en température notamment pour corriger la tension de régulation en vue d'un maintien optimal de la charge de la batterie 6. Il s'est avéré que la température du régulateur 9 présente une corrélation étroite avec la température rotorique T_R dans les limites de précision compatibles avec une mise en oeuvre correcte du procédé selon l'invention. La température du régulateur 9 peut être

30 estimée par la relation:

$$U_{alt} = U_{alt_{Ty}} - [(T_{est} - T_y) \cdot K_c] \quad (3)$$

dans laquelle:

U_{alt}	= Tension régulée délivrée par l'alternateur
T_y	= Deuxième température prédéterminée (elle peut être égale à 23°C, par exemple)
U_{alt_Ty}	= Tension régulée délivrée par l'alternateur à la température T_y (elle peut être de 14,55 Volts, par exemple)
T_{est}	= Température estimée de la puce du régulateur 9
K_c	= Constante de compensation de température de la tension de régulation (elle peut être égale à 0,01 par exemple)

Du fait de la corrélation entre la température T_{est} de la puce du régulateur 9 et de la température rotorique T_R , il vient d'après la relation (3):

$$T_R = \alpha \cdot \frac{(U_{alt_Ty} - U_{alt})}{K_c} + T_y \quad (4)$$

5 dans laquelle:

T_R	= Température actuelle rotorique
α	= Coefficient de corrélation entre la température rotorique T_R et la température du régulateur 9

De préférence, la droite représentée par la relation 4 peut être mémorisée dans une table de caractéristiques TC2 (figure 2 et 4) relevée sur banc d'essai.

10 En se référant de nouveau à la figure 4, le procédé fournit la température T_R de la façon suivante sur la base des éléments de calcul qui viennent d'être exposés.

Pendant l'opération représentée par le bloc fonctionnel B3, la tension U_{batt_ecu} est relevée de préférence sur le calculateur de commande (non représenté) du moteur à
 15 combustion interne dont elle est la tension d'alimentation.

Elle est donc facilement disponible pour le dispositif de calcul 10. Avantageusement, on déduit de cette tension d'alimentation, la tension U_{alt} en majorant la tension U_{batt_ECU} d'une tension de décalage calibrable U_{offset} , représentant la
5 différence à peu près constante entre les deux tensions pour un type d'alternateur donné. Le calcul de la somme $U_{batt_reg} + U_{offset}$ est symbolisé par le bloc fonctionnel B4.

Il s'est avéré que le procédé de détermination du couple d'entraînement selon l'invention ne donne de
10 résultats fiables qu'en l'absence des deux situations de fonctionnement suivantes.

Si l'alternateur 1 fonctionne avec un champ d'excitation maximale (le rapport cyclique DF de la figure 3 est alors de 100%), la tension U_{alt} n'est plus régulée de
15 sorte que la compensation thermique pour l'estimation de la température actuelle rotorique T_R n'est plus active. Cette situation correspond au cas où la batterie fonctionne en "dévers". Il s'agit en fait d'une situation théorique car, par ailleurs, la régulation est réalisée de telle manière
20 que cette situation soit évitée. Néanmoins, par mesure de sécurité, le procédé de l'invention effectue un test (bloc fonctionnel B5) pour vérifier si la tension U_{alt} est supérieure à une valeur minimale U_{alt_min} qui peut typiquement être fixée à 13,4 Volts par exemple. Tant que cette
25 condition n'est pas satisfaite, l'exécution du procédé est figée (bloc fonctionnel B6) et le test en B5 continue à être mise en œuvre.

Par contre, tant que la condition ci-dessus est satisfaite, pendant l'opération représentée par le bloc
30 fonctionnel B7, le procédé recherche dans la table caractéristique TC2 la valeur de la température T_R qui correspond à la tension actuelle régulée U_{alt} de l'alternateur 1.

Par ailleurs, de préférence, pour compenser les fluctuations de la tension du réseau 7, il est avantageux de
35 limiter le taux de variation T_{R_inc} de la température

rotorique T_R à une valeur maximale $T_{R_inc_max}$ prédéterminée. Cette valeur correspond à une augmentation de l'échauffement du rotor pouvant typiquement être de $0,25^\circ\text{C}$ par 10 millisecondes. L'opération correspondante est effectuée pendant un test symbolisé par le bloc fonctionnel B8. Dans ce bloc, on examine l'inégalité:

$$T_R(n) > T_R(n-1) + T_{R_inc_max} \quad (5)$$

En d'autres termes, on examine si la température rotorique actuelle $T_R(n)$ de l'itération n est supérieure ou non à la somme de la température rotorique $T_R(n-1)$ établie au cours de l'itération précédente et gardée en mémoire (bloc fonctionnel B9).

S'il est répondu par la négative au test B8, la température $T_R(n)$ calculée est utilisée pour la suite des opérations. Dans le cas contraire, on impose comme température rotorique la valeur (bloc fonctionnel B10):

$$T_R(n) = T_R(n-1) + T_{R_inc_max}$$

Ce processus mis en œuvre dans les blocs fonctionnels B8, 9 et 10 revient à limiter le taux de variation de la température rotorique à une valeur majorante prédéterminée égale à $T_{R_inc_max}$.

L'opération correspondant au bloc fonctionnel B2 aboutit à l'obtention de la valeur $RCO_DF_filtré$, cette valeur étant ensuite normée sur une plage de 100 % pendant l'opération qui est symbolisée par le bloc fonctionnel B11.

L'opération suivante (bloc fonctionnel B12) consiste à calculer le courant I_R selon la relation:

$$I_R = \frac{U_{alt} \cdot RCO_DF_filtré}{R_{Tx} \cdot [1 + 0,0039 \cdot (T_R - T_x)]} \quad (7)$$

Les paramètres de cette relation (7) sont les mêmes que ceux déjà définis ci-dessus. On notera cependant que la valeur de la résistance R_{Tx} inclut de préférence une part due à une résistance parasite composée en particulier de la résistance de contact au niveau des bagues et des balais de l'alternateur 1 et de la résistance R_{DS_ON} que présente le

composant semi-conducteur 8 lorsqu'il est passant. La valeur de cette résistance parasite peut être estimée à 0,25 Ω dans le cas de la plupart des alternateurs du commerce.

5 Pendant l'opération symbolisée par le bloc fonctionnel B13, il est alors procédé au calcul de la valeur recherchée du couple d'entraînement C_e de l'alternateur à l'aide de la table caractéristique TC1 à laquelle sont appliquées la valeur du courant I_R qui vient d'être calculée et la valeur actuelle de la vitesse de rotation V de l'alternateur 1.

10 Dans l'application à l'alternateur d'un véhicule automobile, les paramètres nécessaires à l'exécution du procédé selon l'invention et propres au type d'alternateur utilisé, et notamment les tables caractéristiques TC1 et TC2 sont de préférence communiqués au calculateur 10, en fin de
15 chaîne de fabrication du véhicule concerné. Par exemple, ce transfert de données peut être réalisé par introduction des données sur un bus CAN du véhicule ou par une liaison bidirectionnelle par laquelle le calculateur 10 peut s'identifier et recevoir ensuite les données appropriées.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour déterminer le couple d'entraînement (C_e) d'un alternateur (1) comprenant un enroulement rotorique (3) caractérisé en ce qu'il consiste:

- a) à calculer le courant (I_R) circulant dans le rotor de l'alternateur (1) en prenant en compte la température actuelle rotorique (T_R);
- b) à relever la vitesse de rotation (V) de l'alternateur (1); et
- c) à déterminer la valeur dudit couple d'entraînement (C_e) à partir d'une relation prédéterminée propre à cet alternateur et reliant ce couple d'entraînement (C_e) aux valeurs calculées du courant rotorique (I_R) et de la vitesse de rotation (V) établies au cours des étapes a) et b).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à extraire la valeur dudit couple d'entraînement (C_e) d'une première table caractéristique relevée sur banc d'essai (TC1) dans laquelle les valeurs de courant et de vitesse répondant à ladite relation prédéterminée ont préalablement été mémorisées.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il consiste à déterminer ledit courant rotorique (I_R) par calcul du quotient de la tension actuelle (U_{alt}) délivrée à l'enroulement rotorique (3) par la résistance rotorique corrigée en fonction de la température actuelle rotorique (T_R).

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la détermination du courant rotorique (I_R) n'est effectuée que si la valeur de la tension actuelle (U_{alt}) délivrée par l'alternateur (1) dépasse une valeur minimale prédéterminée (U_{alt_min}).

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, dans le cas où ledit alternateur (1) comporte un

réglateur de courant rotorique (9) comprenant un composant semi-conducteur commandé (8) dont le signal de commande est impulsif pour déterminer la valeur du courant rotorique en fonction du rapport cyclique (RCO_DF) de ce signal de commande, le procédé consiste à calculer le produit dudit rapport cyclique (RCO_DF) par la tension actuelle (U_{alt}) délivrée par l'alternateur afin de déterminer ladite tension délivrée à l'enroulement rotorique.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il consiste soumettre la valeur dudit rapport cyclique (RCO_DF) à une opération de filtrage passe-bas de premier ordre dont la fréquence de coupure (F_c) est déterminée par le quotient de la résistance rotorique établie à une première température prédéterminée (T_x), par la valeur de l'inductance rotorique (L), ladite résistance rotorique à une première température prédéterminée étant corrigée en température en fonction de ladite température rotorique actuelle (T_R).

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il ladite fréquence de coupure est établie selon la relation:

$$F_c = \frac{R_{Tx} \cdot [1 + 0,0039 \cdot (T_R - T_x)]}{2 \cdot \pi \cdot L}$$

dans laquelle:

F_c	=	Fréquence de coupure
T_x	=	Ladite première température prédéterminée
R_{Tx}	=	Résistance de l'enroulement rotorique à la température T_x
0,0039	=	Coefficient de température de la résistivité du cuivre
T_R	=	Température actuelle de l'enroulement rotorique
L	=	Inductance rotorique

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il consiste à calculer ledit courant rotorique à l'aide d'une relation de la forme:

$$I_R = \frac{U_{alt} \cdot RCO_DF_filtré}{R_{Tx} \cdot [1 + 0,0039 \cdot (T_R - T_x)]}$$

5 dans laquelle:

I_R = Courant rotorique
 U_{alt} = Tension actuelle délivrée par l'alternateur
 $RCO_DF_filtré$ = Rapport cyclique filtré
 T_x = Première température prédéterminée
 R_{Tx} = Résistance rotorique à la température T_x
 $0,0039$ = Coefficient de température de la résistivité du cuivre
 T_R = Température actuelle de l'enroulement rotorique

9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que dans le cas où la tension appliquée à l'enroulement rotorique (3) de l'alternateur (1) est compensée en température avec une constante de compensation prédéterminée (K_c), il consiste à
 10 déterminer la température actuelle rotorique selon la relation:

$$T_R = \alpha \cdot \frac{(U_{alt_Ty} - U_{alt})}{K_c} + T_y$$

dans laquelle:

T_R = Température actuelle rotorique
 T_y = Seconde température prédéterminée de l'alternateur
 U_{alt_Ty} = Tension délivrée par l'alternateur à la température T_y
 U_{alt} = Tension actuelle délivrée par l'alternateur
 K_c = Constante de compensation de

température de la tension de
régulation

α = Coefficient de corrélation entre la
température rotorique T_R et la
température dudit régulateur (9)

10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en
ce qu'il consiste à limiter le taux de variation de la
température rotorique à une valeur majorante prédéterminée
($T_{R_inc_max}$).

5 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications
9 et 10, caractérisé en ce qu'il consiste à extraire la
valeur de la température actuelle rotorique (T_R) d'une
seconde table caractéristique (TC2) préalablement relevée
sur banc d'essai et dans laquelle sont mémorisées les
10 valeurs de ladite température actuelle rotorique (T_R) en
fonction de la tension (U_{alt}) délivrée par l'alternateur (1).

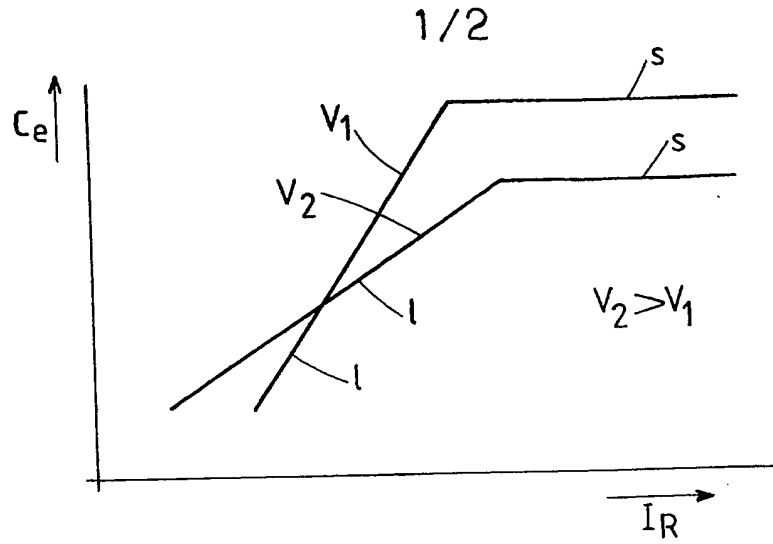


FIG.:1

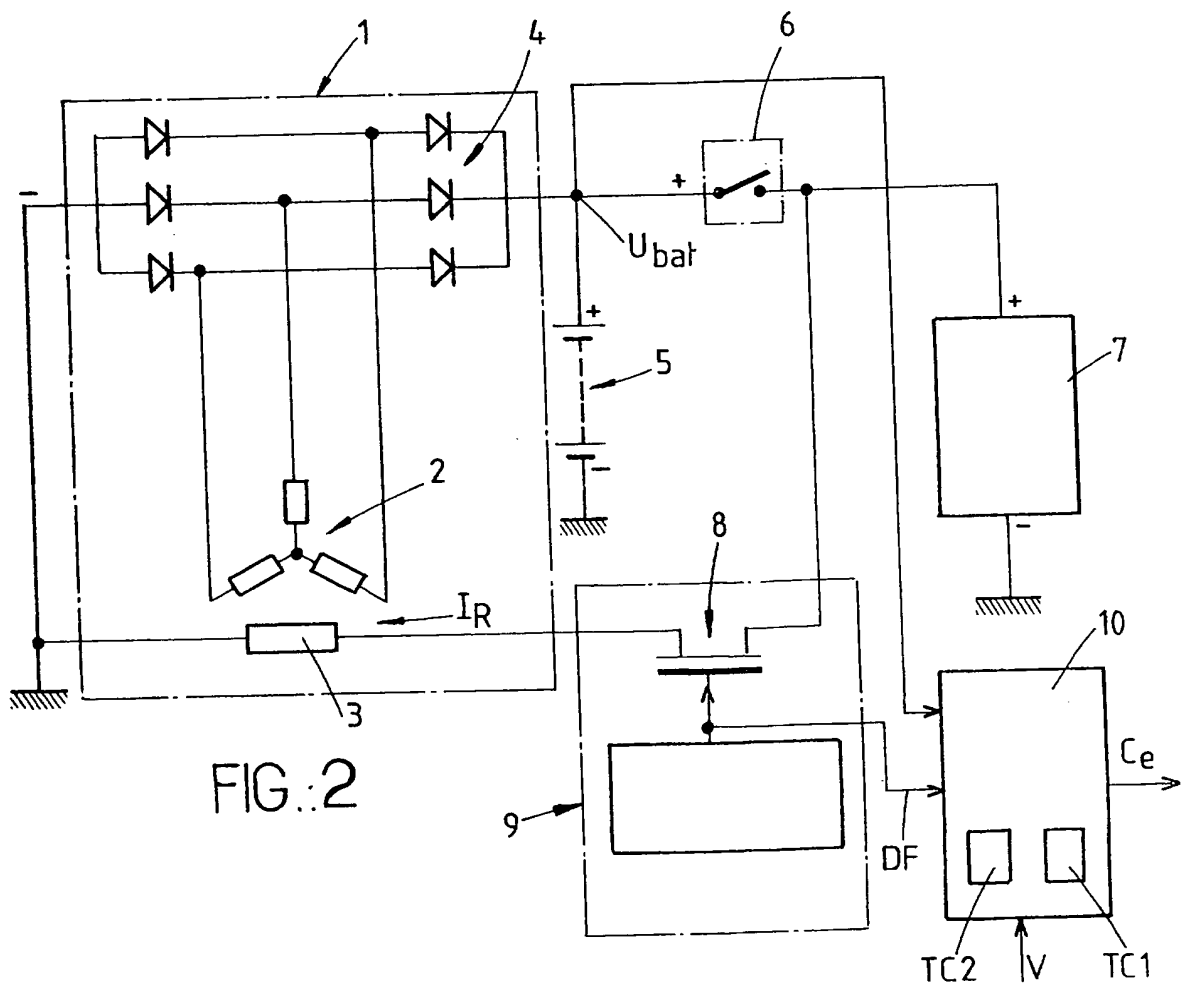


FIG.:2

2/2

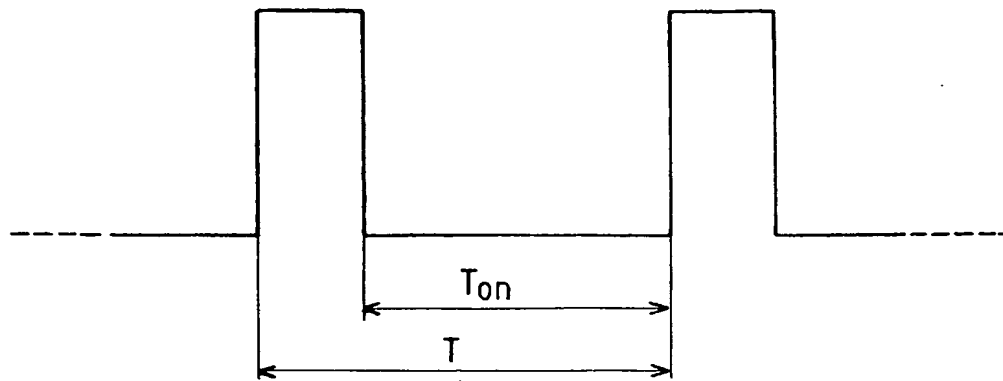


FIG.:3

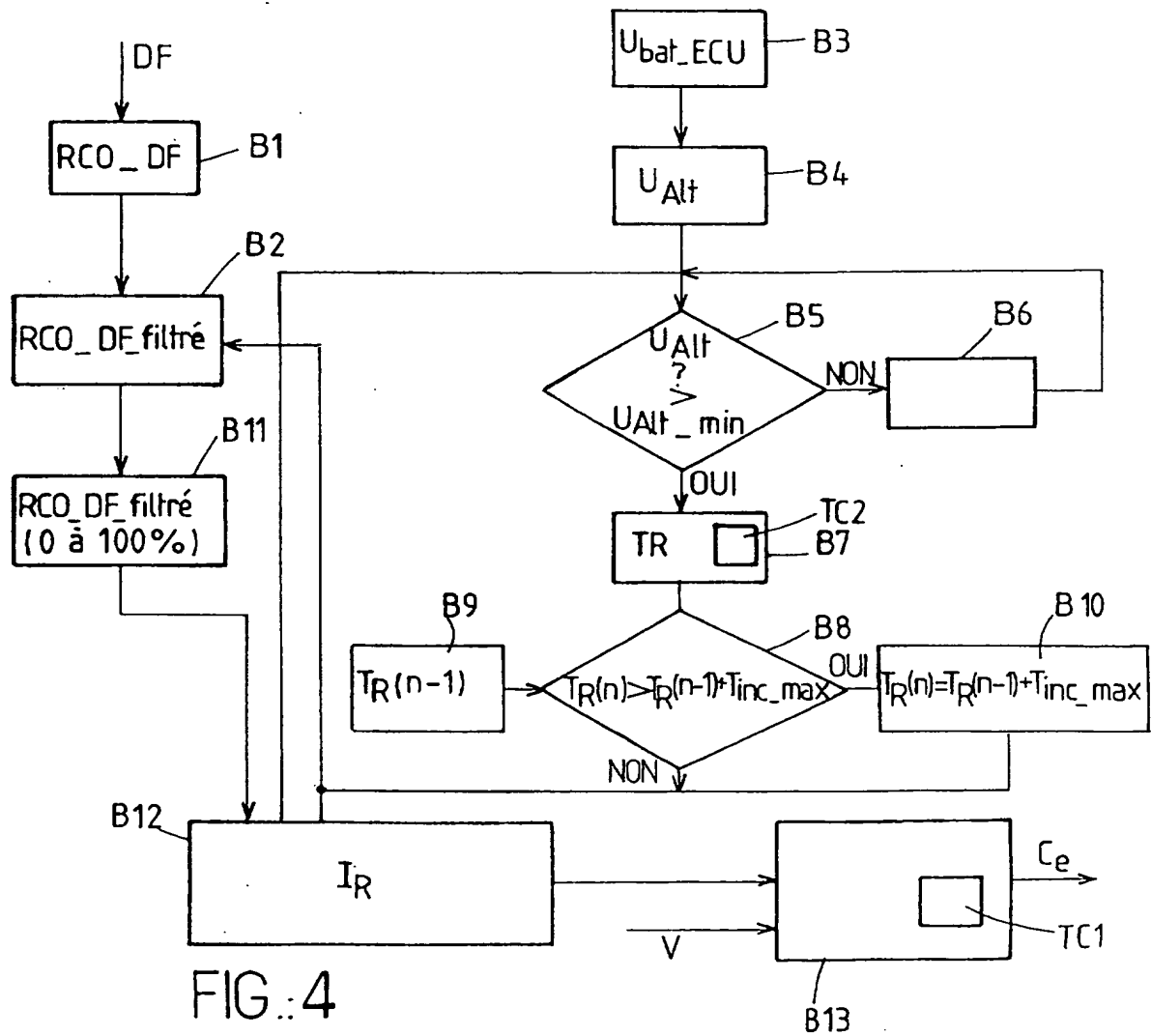


FIG.:4



2823028

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 600029
FR 0104172

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 5 057 760 A (DADPEY HABIB ET AL) 15 octobre 1991 (1991-10-15) * abrégé * * figure 4A * * colonne 2, alinéa 1; revendications 6-8 *	1-3	H02K9/10
Y	US 5 321 308 A (JOHNCOCK ALLAN W) 14 juin 1994 (1994-06-14) * revendications 10,20 *	1-3	
A	US 6 137 187 A (CHRISTENSON CRAIG L ET AL) 24 octobre 2000 (2000-10-24) * abrégé * * revendications 14-20,25,26 *		
D,A	US 5 952 586 A (INAGAKI MITSUO ET AL) 14 septembre 1999 (1999-09-14)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			H02P
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 décembre 2001		Vanata, D	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

EPO FORM 1503 12.89 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0104172 FA 600029**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 14-12-2001
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5057760 A	15-10-1991	BR 8600581 A	21-10-1986
		CA 1296051 A1	18-02-1992
		CN 86101150 A ,B	15-10-1986
		ES 551455 D0	01-06-1987
		ES 8706260 A1	16-08-1987
		KR 9311197 B1	25-11-1993
US 5321308 A	14-06-1994	AUCUN	
US 6137187 A	24-10-2000	AU 737762 B2	30-08-2001
		AU 9016198 A	01-03-1999
		CN 1270659 T	18-10-2000
		EP 1007844 A1	14-06-2000
		JP 2001512804 T	28-08-2001
		NO 20000626 A	10-04-2000
		PL 338639 A1	06-11-2000
		TR 200000904 T2	21-11-2000
US 5952586 A	14-09-1999	WO 9907996 A1	18-02-1999
		JP 10048074 A	20-02-1998

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

THIS PAGE BLANK (USPTO)